

Internationale Patentanmeldung
Nr. PCT/DE2004/002601
Infineon Technologies AG

Neue Patentansprüche

1. Halbleiteranordnung mit mindestens einer nichtflüchtigen Speicherzelle, die eine erste Elektrode aufweist, die mindestens aus zwei Lagen besteht und ein organisches Material aufweist, wobei das organische Material mit der in unmittelbarem Kontakt stehenden Lage der ersten Elektrode eine Verbindung bildet, wobei die Halbleiteranordnung durch folgende Schritte herstellbar ist:

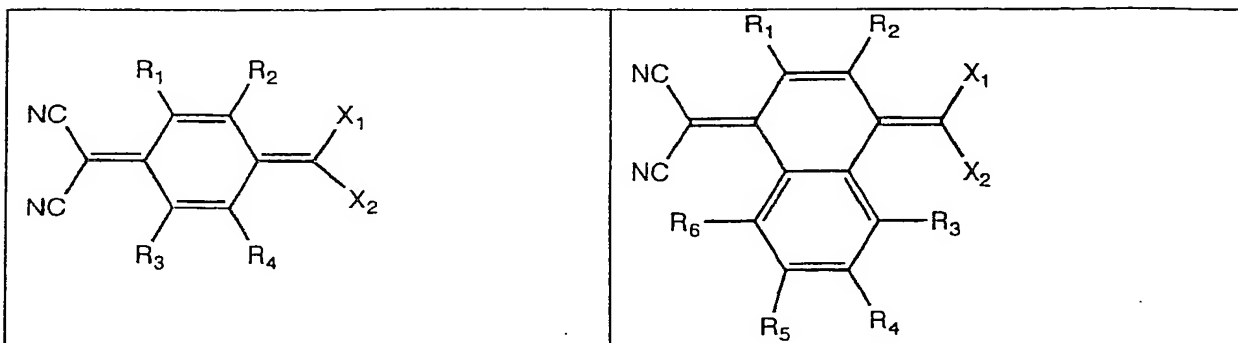
- 10 Bereitstellen einer ersten Elektrode, die mindestens aus zwei Lagen besteht, und eine Lage der ersten Elektrode mit einem organischen Material eine Verbindung bilden kann;
- Inkontaktbringen der ersten Elektrode mit einem organischen Material, um eine Verbindung zu bilden; und
 - 15 - Ausbilden einer zweiten Elektrode auf der gebildeten Verbindung.

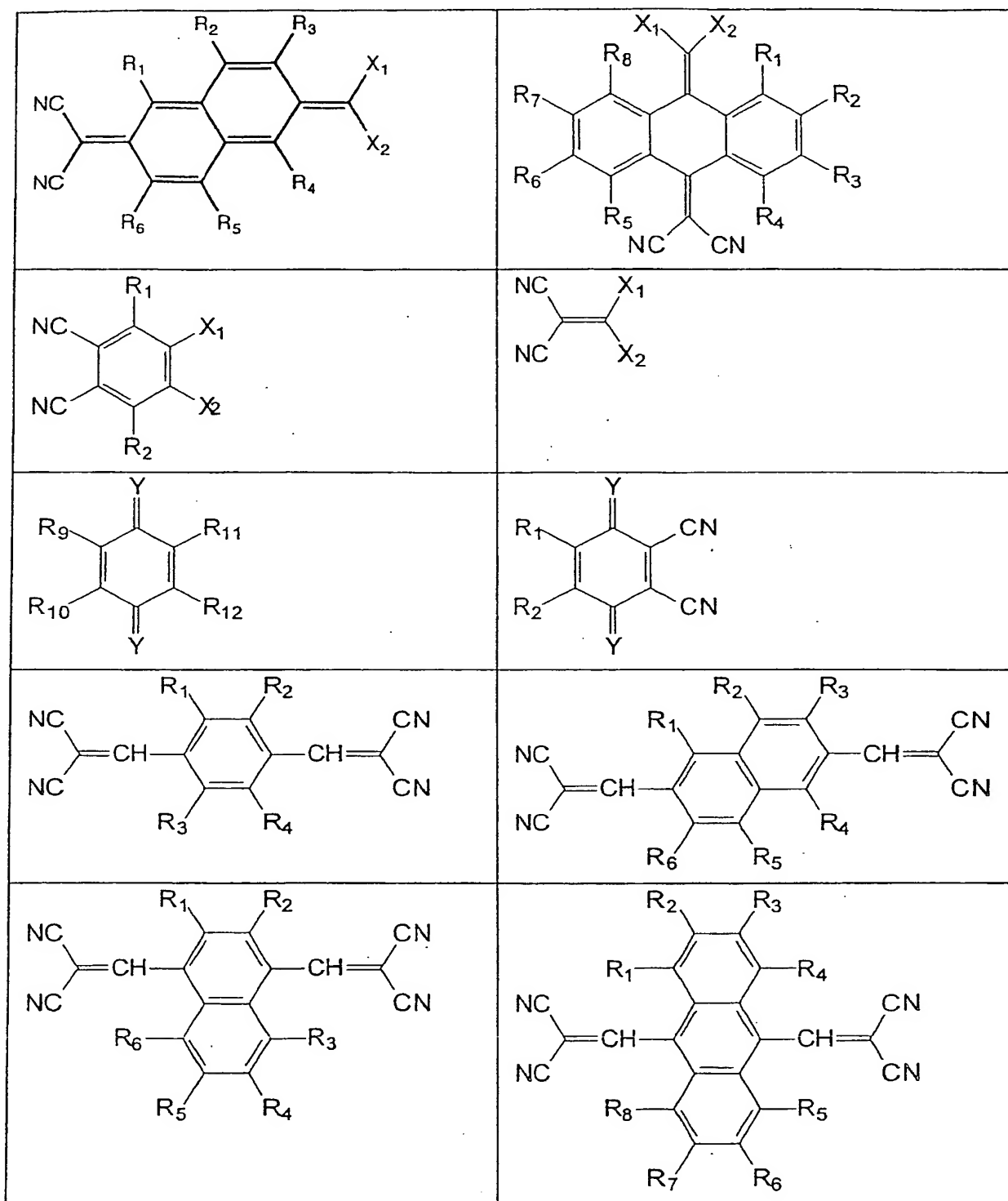
2. Halbleiteranordnung mit einer nichtflüchtigen Speicherzelle nach Anspruch 1,

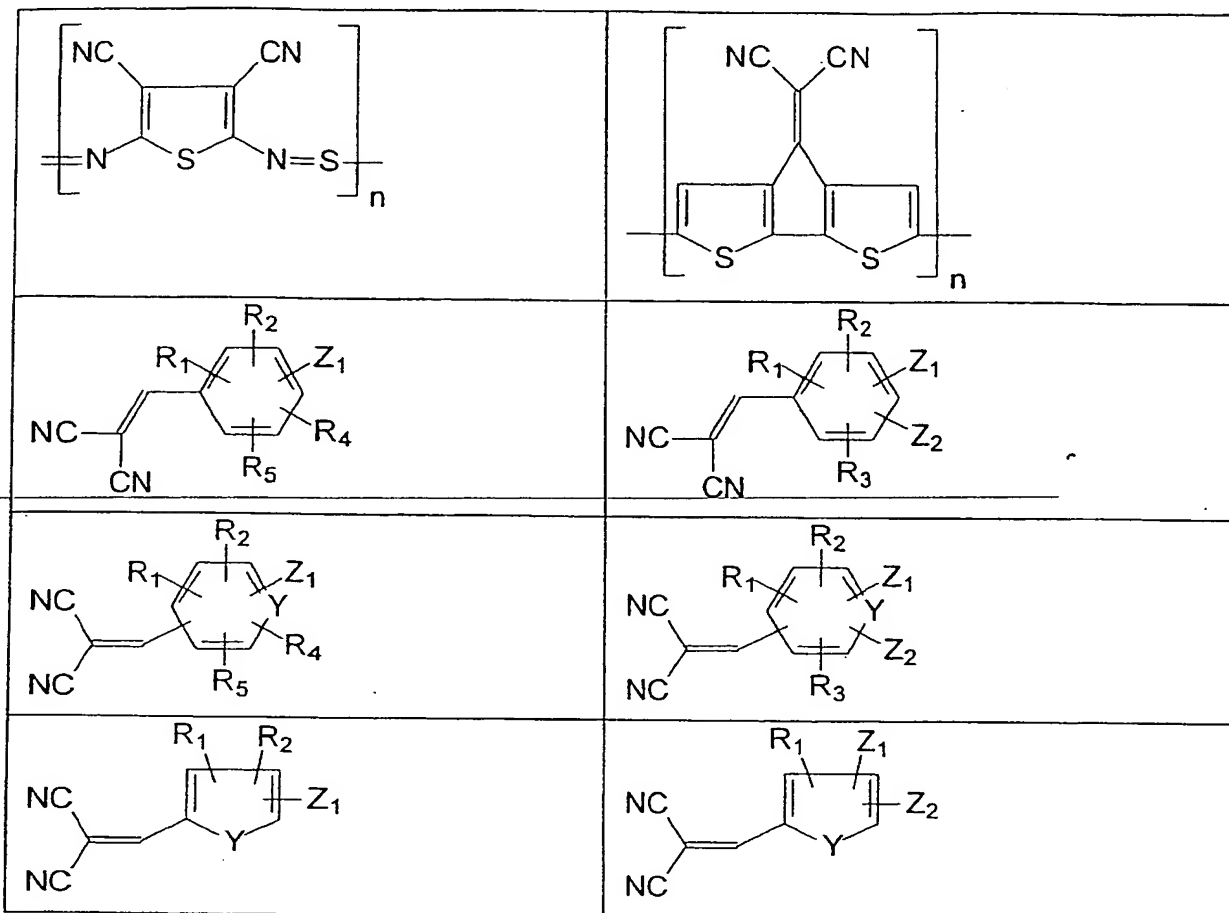
20 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,

dass das organische Material mindestens ein der folgenden Materialien bzw. Verbindungen aufweist: Schwefel, Selen oder Tellur sowohl in reiner, als auch in gebundener Form insbesondere als organo-Verbindungen von Schwefel, Selen oder Tellur sowie Schwefel, Selen oder Tellur enthaltende Oligo- oder

25 Polymere, und/oder eine der folgenden Verbindungen:







5

wobei R_1 , R_2 , R_3 , R_4 , R_5 , R_6 , R_7 , und R_8 unabhängig voneinander die folgende Bedeutung haben:

- 10 H, F, Cl, Br, I (Jod), Alkyl, Alkenyl, Alkinyl, O-Alkyl, O-Alkenyl, O-Alkinyl, S-Alkyl, S-Alkenyl, S-Alkinyl, OH, SH, Aryl, Heteroaryl, O-Aryl, S-Aryl, NH-Aryl, O-Heteroaryl, S-Heteroaryl, CN, NO₂, $-(CF_2)_n-CF_3$, $-CF((CF_2)_nCF_3)_2$, $-Q-(CF_2)_n-CF_3$, $-CF(CF_3)_2$, $-C(CF_3)_3$ sowie

15

n: n = 0 bis 10

Q: —O—, —S—

5

R₉, R₁₀, R₁₁, R₁₂ können unabhängig voneinander sein:

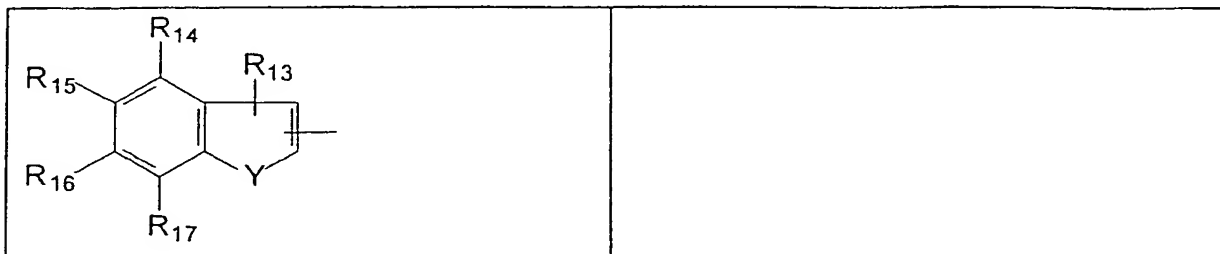
F, Cl, Br, I, CN, NO₂

R₁₃, R₁₄, R₁₅, R₁₆, R₁₇ können unabhängig voneinander sein:

10 H, F, Cl, Br, I, CN, NO₂

X₁ und X₂ kann unabhängig voneinander sein:

CN	



Y: O, S, Se ist

und Z₁ und Z₂ unabhängig voneinander: CN, NO₂ sind.

- 5 3. Halbleiteranordnung mit einer nichtflüchtigen Speicherzelle nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet,
dass das organische Material ein Elektronenakzeptor ist.
- 10 4. Halbleiteranordnung mit einer nichtflüchtigen Speicherzelle nach Ansprüchen 3,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Elektronakzeptor elektronenziehende Atome bzw. Gruppen aufweist, die ausgewählt sind aus: -Cl, -F, -Br, -I,
15 -CN, -CO-, -NO₂.
5. Halbleiteranordnung mit einer nichtflüchtigen Speicherzelle nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
dadurch gekennzeichnet,
20 dass das organische Material mit der ersten Elektrode einen Charge-Transfer Komplex bildet.
6. Halbleiteranordnung mit einer nichtflüchtigen Speicherzelle nach einem der Ansprüche 1 bis 5,
25 dadurch gekennzeichnet,
dass die im Kontakt mit dem organischen Material stehende Lage der ersten Elektrode kupfer- oder silberhaltig ist.
7. Halbleiteranordnung mit einer nichtflüchtigen Speicherzelle nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
30 dadurch gekennzeichnet,

dass das organische Material in einer Filmstärke zwischen 30 und 1000 nm, vorzugsweise zwischen 30 und 300 nm, vorliegt.

8. Halbleiteranordnung mit einer nichtflüchtigen Speicherzelle nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
5 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
dass die Zelle bis zu einer Fläche von 40 nm² skalierbar ist.

9. Halbleiteranordnung mit einer nichtflüchtigen Speicherzelle nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
10 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
dass die mit dem organischen Material nicht in Kontakt stehende Lage der ersten Elektrode Titan (Ti), Titannitrid (TiN), Tantal (Ta), Tantalnitrid (TaN), Wolfram (W), TiW,
15 TaW, WN, WCN, IrO, RuO, SrRuO bzw. eine Kombination dieser Schichten und/oder Materialien ist und gegebenenfalls zusätzlich mit einer Schicht aus Si, TiNSi, SiON, SiO, SiC oder SiCN versehen ist.

20 10. Halbleiteranordnung mit einer nichtflüchtigen Speicherzelle nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
dass die zweite Elektrode aus Aluminium, Kupfer, AlCu, AlSi-Cu, Silber (Ag), Titan (Ti), Titannitrid (TiN), Tantal (Ta),
25 Tantalnitrid (TaN), Wolfram (W), TiW, TaW, WN, WCN, IrO, RuO, SrRuO bzw. eine Kombination dieser Schichten und/oder Materialien ist und gegebenenfalls zusätzlich mit einer Schicht aus Si, TiNSi, SiON, SiO, SiC oder SiCN versehen ist.

30 11. Halbleiteranordnung mit einer nichtflüchtigen Speicherzelle nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
dass die Zelle zwischen einem ON- und einem OFF-Zustand schaltbar ist.

35

12. Halbleiteranordnung mit einer nichtflüchtigen Speicherzelle nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
dass der ON- und OFF-Zustand verschiedene elektrische Wider-
stände aufweist.

5 13. Halbleiteranordnung mit einer nichtflüchtigen Speicher-
zelle nach Anspruch 12,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
dass das Verhältnis zwischen den ON- und OFF-Zuständen mehr
als 66 beträgt.

10

14. Verfahren zur Herstellung einer nichtflüchtigen Spei-
cherzelle nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
gekennzeichnet durch folgende Schritte:

- 15 - Bereitstellung einer ersten Elektrode, die mindestens aus
zwei Lagen besteht und eine Lage der ersten Elektrode mit
einem organischen Material eine Verbindung bilden kann;
- Inkontaktbringung der Elektrode mit einem organischen Ma-
terial um eine Verbindung zu bilden;
- 20 - und Ausbildung einer zweiten Elektrode auf der gebildeten
Verbindung.

15. Verfahren zur Herstellung einer nichtflüchtigen Speicher-
zelle nach Anspruch 14,

25 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
dass das organische Material unter reduziertem Druck auf die
Elektrode aufgedampft wird.

16. Verfahren zur Herstellung einer nichtflüchtigen Spei-
cherzelle nach Anspruch 14,

30 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
dass das organische Material bei der Inkontaktbringung der
ersten Elektrode in einem Lösungsmittel gelöst ist.

35 17. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche 14 bis
16,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,

dass das organische Material vor Ausbildung der zweiten Elektrode einer thermischen Behandlung unterzogen wird.

18. Verfahren nach einem der Ansprüche 14 bis 17,
5 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
dass vor Ausbildung der zweiten Elektrode das überschüssige organische Material mit einem Lösungsmittel gespült wird.

19. Verfahren nach Anspruch 15,
10 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
dass das organische Material bei einem Druck zwischen 0,00001 bis 200 mbar aufgedampft wird.

20. Verfahren nach einem der Ansprüche 14-19,
15 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
dass die Inkontaktbringung des organischen Materials bei einer Substrat-Temperatur zwischen -50 °C und 150 °C stattfindet.

20 21. Verfahren nach einem der Ansprüche 14, 15, 17 bis 20,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
dass das organische Material in der Gasphase mit einem Trägergas vermischt wird.

25 22. Verfahren nach einem der Ansprüche 14 bis 21,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
dass vor Anbringung der zweiten Elektrode, die gebildete Verbindung mit einem Nachbehandlungsreagens behandelt wird.

30 23. Verfahren nach Anspruch 22,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
dass das Nachbehandlungsreagens aus folgender Gruppe ausgewählt wird: Amine, Amide, Ether, Ketone, Carbonsäuren, Thioether, Ester, Aromaten, Heteroaromaten, Alkohole oder schwefel- oder selenhaltige Verbindungen.
35

24. Verfahren nach Anspruch 23,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
dass die schwelhaltige Verbindungen ausgewählt sind aus der
Gruppe enthaltend: Schwefel-Heterocyclen, -SO- enthaltende
Verbindungen und Thiole.

5

25. Verfahren nach einem der Ansprüche 22-24,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
dass das Nachbehandlungsreagenz ausgewählt ist aus der Gruppe
enthaltend: Diethylamin, Triethylamin, Dimethylanilin, Cyclo-
10 hexylamin, Diphenylamin, Dimethylformamid, Dimethylacetamid,
Dimethylsulfoxid, Aceton, Diethylketon, Diphenylketon, Ben-
zoesäurephenylester, Benzofuran, N-Methylpyrrolidon, gamma-
Butyrolacton, Toluol, Xylol, Mesitylen, Naphthalin, Anthra-
cen, Imidazol, Oxazol, Benzimidazol, Benzopxazol, Chinolin,
15 Chinoxalin, Fulvalene, Furan, Pyrrol, Thiophen oder Diphenyl-
sulfid.

26. Verfahren nach einem der Ansprüche 22 bis 25,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
20 dass das Nachbehandlungsreagenz in einer Lösung vorliegt.

27. Verfahren nach einem der Ansprüche 22-25,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
dass das Nachbehandlungsreagenz als Dampf vorliegt.

25

28. Verfahren nach einem der Ansprüche 22-27,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
dass die Nachbehandlungszeit zwischen 15 Sekunden und 15 Mi-
nuten beträgt.

30

29. Verfahren nach einem der Ansprüche 22 bis 28,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
dass die Nachbehandlung bei einer Temperatur von -30 °C bis
150 °C stattfindet.

35

30. Verfahren nach einem der Ansprüche 14-21, dadurch gekenn-
zeichnet, dass beim Inkontaktbringen der ersten Elektrode mit

dem organischen Material das Nachbehandlungsreagens gemäß einem der Ansprüche 22-25 der das organische Material enthaltenden Lösung oder dem das organische Material enthaltenden Dampf beigemischt wird.

5

31. Halbleiteranordnung nach einem der Ansprüche 1-13, aufweisend das Nachbehandlungsreagens gemäß einem der Ansprüche 22-25, und/oder eine Reaktionsprodukt des Nachbehandlungsreagens mit dem organischen Material und/oder dem Elektrodenmaterial.

10

32. Halbleiteranordnung mit einer Bitleitung und einer Wortleitung aufweisend nichtflüchtige Speicherzelle nach einem der Ansprüche 1-13 und/oder 31, wobei sich die nichtflüchtigen Speicherzellen direkt zwischen sich kreuzenden Bit- bzw. Wortleitungen befindet.

15

33. Halbleiteranordnung nach Anspruch 32, dadurch gekennzeichnet, dass die nichtflüchtigen Speicherzellen in mehreren Lagen vorliegen.

20

34. Halbleiteranordnung nach Anspruch 32 oder 33, herstellbar durch folgende Schritte in beliebiger Reihenfolge:

25

- Ausbilden mindestens einer ersten Leiterbahn auf einem Substrat, die als erste Elektrode für die Speicherzelle gemäß einem der Ansprüche 1-13 oder 31 dient;
- Abscheiden einer Isolierschicht;
- 30 - Strukturieren der Isolierschicht, so dass in der Isolierschicht Gräben für mindestens eine Leiterbahn quer zu den ersten angelegten Leiterbahnen strukturiert werden;
- Abscheiden eines organischen Materials gemäß einem der Ansprüche 2 bis 5;
- 35 - Abscheiden mindestens einer zweiten Elektrode, die quer zu der ersten angelegten Leiterbahn angeordnet ist und als zweite Elektrode für die Speicherzelle dient.

35. Halbleiteranordnung nach Anspruch 34,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
dass das Abscheiden der Isolierschicht nach dem Abscheiden
des organischen Materials erfolgt.

5

36. Halbleiteranordnung nach Anspruch 33,
herstellbar durch folgende Schritte in dieser Reihenfolge:

- Ausbilden mindestens einer ersten Leiterbahn auf einem Sub-
strat;
- 10 - Abscheiden einer Isolierschicht;
- Strukturieren der Kontaktlöcher über der ersten Elektrode;
- Abscheiden eines organischen Materials gemäß einem der An-
sprüche 2-5 in die Kontaktlöcher über die erste Elektrode;
- Abscheiden einer zweiten Isolierschicht;
- 15 - Strukturieren der zweiten Isolierschicht, so dass in der
Isolierschicht Gräben für mindestens eine zweite Leiter-
bahn, die quer zu den ersten angelegten Leiterbahnen ver-
läuft und im Zellenfeld die Kontaktlöcher abdeckt, struktu-
riert werden;
- 20 - Abscheiden mindestens einer zweiten Leiterbahn, die als
zweite Elektrode für die Speicherzelle gemäß einem der An-
sprüche 1-13 und/oder 31 dient.

37. Halbleiteranordnung nach einem der Ansprüche 32 bis 34,
25 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
dass sie durch eine Cu-Damascene-Technik hergestellt ist.

38. Verfahren zur Herstellung einer Halbleiteranordnung nach
einem der Ansprüche 32-37,

30 g e k e n n z e i c h n e t d u r c h

- Ausbilden mindestens einer ersten Leiterbahn auf einem Sub-
strat, die als erste Elektrode für die Speicherzelle gemäß
einem der Ansprüche 1-13 und/oder 31 dient;
- das Abscheiden einer Isolierschicht;
- 35 - das Strukturieren der Isolierschicht, so dass in der Iso-
lierschicht Gräben für mindestens eine Leiterbahn quer zu
den ersten angelegten Leiterbahnen strukturiert werden;

- das Abscheiden eines organischen Materials gemäß einem der Ansprüche 2-5;
- das Abscheiden mindestens einer zweiten Elektrode, die quer zu der ersten angelegten Leiterbahn angeordnet ist und als
- 5 zweite Elektrode für die Speicherzelle gemäß einem der Ansprüche 1-13 und/oder 31 dient.

39. Verfahren nach Anspruch 38,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
10 dass das Abscheiden der Isolierschicht nach dem Abscheiden des organischen Materials erfolgt.

40. Verfahren zur Herstellung einer Halbleiteranordnung nach einem der Ansprüche 32-37,
- 15 g e k e n n z e i c h n e t d u r c h
- das Anlegen mindestens einer ersten Leiterbahn auf einem Substrat;
 - das Abscheiden einer Isolierschicht;
 - das Strukturieren der Kontaktlöcher über der ersten Elektrode;
 - 20 - das Abscheiden eines organischen Materials gemäß einem der Ansprüche 2-5 in die Kontaktlöcher über die erste Elektrode;
 - das Abscheiden einer zweiten Isolierschicht;
 - 25 - das Strukturieren der zweiten Isolierschicht, so dass in der Isolierschicht Gräben für mindestens eine zweite Leiterbahn, die quer zu den ersten angelegten Leiterbahnen verläuft und im Zellenfeld die Kontaktlöcher abdeckt, strukturiert werden;
 - 30 - das Abscheiden mindestens einer zweiten Leiterbahn, die als zweite Elektrode für die Speicherzelle gemäß einem der Anspruch 1-13 oder und/oder 31 dient.

41. Verfahren nach einem der Ansprüche 38-40,
35 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,

dass nach dem Abscheiden des organischen Materials auf dem organischen Material vor der weiteren Prozessierung eine Schutzschicht abgeschieden wird.

5 42. Speichervorrichtung enthaltend eine Mehrzahl der nicht flüchtigen Speicherzellen gemäß einem der Ansprüche 1-13 und/oder 31.

43. Speichervorrichtung nach Anspruch 39,
10 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
dass eine Mehrzahl von Speicherzellen in einer Ebene angeordnet ist.

44. Speichervorrichtung nach Anspruch 42 oder 43,
15 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
dass eine Mehrzahl von Speicherzellen gemäß einem der Ansprüche 1 bis 13 und/oder 31 in XY- und in XZ- bzw. YZ-Ebene angeordnet sind.